

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Noboru Tokuyasu et al.

Serial No. : To Be Assigned

Group Art Unit : To Be Assigned

Filed : April 20, 2004

Examiner : To Be Assigned

Title: FUEL SUPPLY SYSTEM AND METHOD OF DIRECT FUEL  
INJECTION ENGINE

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

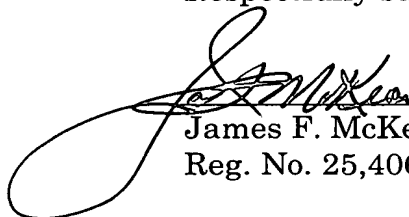
Sir:

The benefit of the filing date of prior foreign application No. 2003-115664, filed in Japan on April 21, 2003, is hereby requested and the right of priority under 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of the original foreign application.

Respectfully submitted,

April 20, 2004

  
James F. McKeown  
Reg. No. 25,406

Crowell & Moring LLP  
1001 Pennsylvania Avenue, N.W.  
Washington, D.C. 20004-2595  
(202) 624-2500

JFM/lvb  
315120

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 3 年    4 月 2 1 日  
Date of Application:

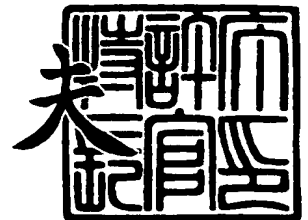
出 願 番 号                      特 願 2 0 0 3 - 1 1 5 6 6 4  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 3 - 1 1 5 6 6 4 ]

出      願      人                      株式会社日立製作所  
Applicant(s):

2 0 0 4 年    2 月 1 3 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 A202183

【提出日】 平成15年 4月21日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F02M 37/00

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立  
製作所 日立研究所内

【氏名】 徳安 昇

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立  
製作所 日立研究所内

【氏名】 野木 利治

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株式会社 日立  
製作所 日立研究所内

【氏名】 吉田 敬

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100091096

【弁理士】

【氏名又は名称】 平木 祐輔

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 015244

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】

図面 1

【物件名】

要約書 1

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置および方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 高圧燃料ポンプを備え、該高圧燃料ポンプによって昇圧された燃料をインジェクタから機関燃焼室内に直接噴射する筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置であって、

前記高圧燃料ポンプと駆動連結された補助動力手段を有し、

前記内燃機関の始動時には前記補助動力手段によって前記高圧燃料ポンプの駆動あるいは駆動トルクのアシストを行うことを特徴とする筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 2】 前記補助動力手段は、電動モータであることを特徴とする請求項 1 に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 3】 前記電動モータを前記内燃機関のカムシャフトにより回転駆動し、電動モータをモータジェネレータとして使用することを特徴とする請求項 2 に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 4】 前記カムシャフトと前記高圧燃料ポンプとがワンウェイクラッチによって接続されていることを特徴とする請求項 3 に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 5】 前記高圧燃料ポンプのポンプ回転軸と前記補助動力手段の出力軸とが動力伝動機構によって駆動連結されていることを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れか一項に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 6】 前記補助動力手段と前記高圧燃料ポンプとの間に、該両者の接続、切り離しを行うクラッチ手段を有することを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れか一項に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 7】 前記内燃機関の始動完了を判定する始動完了判定手段を有し、

前記内燃機関の始動時には前記始動完了判定手段によって内燃機関の始動完了が判定されるまで前記クラッチ手段によって前記補助動力手段と前記高圧燃料ポンプとを接続し、前記補助動力手段を運転して当該補助動力手段によって前記高

圧燃料ポンプを駆動し、前記始動完了判定手段により始動完了と判定されれば、前記クラッチ手段によって前記補助動力手段と前記高圧燃料ポンプとを切り離し、前記補助動力手段の運転を停止することを特徴とする請求項 6 に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 8】 前記始動判定手段は、機関冷却水温度、油温あるいは機関排気系の触媒温度に基づいて前記内燃機関の始動判定を行うものであり、前記始動判定手段が始動完了と判定する温度より高い状態で前記内燃機関を始動する場合には、前記補助動力手段を利用せず、前記内燃機関の始動直後から前記高圧燃料ポンプを前記カムシャフトで駆動することを特徴とする請求項 7 に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 9】 前記内燃機関の暖機状態を検出する暖機状態検出手段を有し、前記暖機状態検出手段により検出される前記内燃機関の暖機状態が所定の暖機状態に達していない冷間時に限って前記補助動力手段を用いて高圧燃料ポンプの駆動あるいは駆動トルクのアシストを行うことを特徴とする請求項 1～7 の何れか一項に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 10】 前記内燃機関のスタータスイッチがオンすることにより、前記補助動力手段が始動することを特徴とする請求項請求項 1～9 の何れか一項に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 11】 前記内燃機関のイグニッションスイッチがオンすることにより、前記補助動力手段が始動することを特徴とする請求項請求項 1～9 の何れか一項に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 12】 運転者が前記内燃機関を始動させるまでに行う動作を検出するセンサを備え、前記センサからの検出信号に基づき前記内燃機関の始動に先立って前記補助動力手段により前記高圧燃料ポンプを駆動することを特徴とする請求項 1～9 の何れか一項に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 13】 前記内燃機関は自動車等の車両用のものであり、運転者の動作を検出する前記センサは、車両のドアロック解除を検出するドアロック解除センサ、車両のドアの開閉を検出するドア開閉センサ、運転者が車両の運転席に着座したことを検出する着座センサの何れかであることを特徴とする請求項 12

に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 14】 運転者の動作を検知する前記センサの検出信号が入力されてから、所定時間が経過しても前記内燃機関のスタータスイッチがオンにならない場合には、前記補助動力手段により高圧燃料ポンプを駆動を停止することを特徴とする請求項 12 又は 13 に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 15】 運転者の動作を検知する前記センサの検出信号が入力されてから、所定時間が経過した後に、前記スタータスイッチがオンになった場合には、前記カムシャフトによって前記高圧燃料ポンプを駆動すると共に、前記補助動力手段によっても前記高圧燃料ポンプを駆動することを特徴とする請求項 14 に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 16】 前記スタータスイッチのオン後の前記補助動力手段による前記高圧燃料ポンプの駆動は、前記内燃機関の暖機状態が所定の暖機状態に達していない冷間時に限って行い、前記内燃機関の暖機状態が所定の暖機状態に達した時点で、前記補助動力手段による前記高圧燃料ポンプの駆動を停止することを特徴とする請求項 15 に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 17】 燃料タンクから燃料を汲み上げる低圧燃料ポンプを有し、前記高圧燃料ポンプは前記低圧燃料ポンプより燃料を与えることを特徴とする請求項 1～16 の何れか一項に記載の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 18】 燃料タンクから燃料を汲み上げる低圧燃料ポンプと、前記低圧燃料ポンプより燃料を与えられ、前記低圧燃料ポンプよりの燃料を昇圧してインジェクタへ供給する高圧燃料ポンプとを備え、当該高圧燃料ポンプによって昇圧された燃料をインジェクタから機関燃焼室内に直接噴射する筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置であって、

前記高圧燃料ポンプが電動モータにより駆動される電動ポンプであることを特徴とする筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置。

【請求項 19】 高圧燃料ポンプを備え、該高圧燃料ポンプによって昇圧された燃料をインジェクタから機関燃焼室内に直接噴射する筒内噴射式内燃機関の燃料供給方法であって、

前記高圧燃料ポンプを前記カムシャフトとは別に補助動力手段と駆動連結し、

前記内燃機関の始動時には前記補助動力手段によって高圧燃料ポンプの駆動あるいは駆動トルクのアシストを行うことを特徴とする筒内噴射式内燃機関の燃料供給方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、機関燃焼室に燃料を直接噴射する筒内噴射式内燃機関における燃料供給装置および方法に関し、特に、自動車用ガソリンエンジン等として用いられる火花点火方式の筒内噴射式内燃機関における燃料供給装置および方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

火花点火方式の内燃機関において、燃料（ガソリン燃料）をインジェクタによって各気筒の燃焼室内に直接噴射する筒内噴射式内燃機関では、筒内噴射に必要な所要の燃料圧力を確保するために、給排気弁駆動用のカムシャフトに駆動連結された高圧燃料ポンプを用い、カムシャフトの動力で高圧燃料ポンプを直結駆動し、高圧燃料ポンプによって昇圧された燃料をインジェクタに供給する（例えば、特許文献1）。

【0003】

カムシャフトの回転を高圧燃料ポンプの動力源としている場合、機関始動時のクランキング回転中は、内燃機関のクランク軸回転数が低く、これに伴いカムシャフトの回転が低いため、高圧燃料ポンプを所要回転数で駆動することができず、インジェクタに供給する燃料圧力を機関始動時に要求される燃料圧力に到達させることができない。

【0004】

このため、機関クランキング時には、十分な燃料圧力で燃料を燃焼室に噴射ができない。このことにより、噴射された燃料噴霧の微粒化が不十分になり、燃料噴霧の粗大液滴が燃焼室壁面に液膜付着し、この液膜付着燃料が未燃燃料（HC）として、燃焼室から大量に排出される。また、完爆後の持続運転中においても



、内燃機関が冷機状態（冷間状態）にあると、液膜付着した燃料は、HCとして燃焼室から排出され易い。これらのことは、内燃機関のエミッション性能を悪化させる原因になる。

#### 【0005】

この課題を克服するために開発された直接筒内噴射式火花点火機関用の燃料供給系として、高圧燃料ポンプが増速可能な可変速器を介して内燃機関のカムシャフトと接続されたものがある（例えば、特許文献2）。

#### 【0006】

この燃料供給系では、内燃機関のスタータスイッチ、燃料圧力センサ、クランク角センサ等からの検出信号に基づいて可変速器のアクチュエータを作動させて可変速器を増速側に切り換え、高圧燃料ポンプを増速回転させることにより燃料圧力を昇圧する。燃料圧力が所定値以上に昇圧し、始動完了判定手段によって内燃機関の始動が完了と判定されれば、アクチュエータを作動させ、高圧燃料ポンプの回転数がカムシャフトの回転数と一致する等速側に可変速器を切り換える。

#### 【0007】

また、機関始動に先立って運転者の動作に伴って発生する力を利用して高圧燃料ポンプとは別の始動用補助ポンプを機械的に動作させ、予め噴射されるべき燃料を昇圧するものがある（例えば、特許文献3）。

#### 【0008】

##### 【特許文献1】

特開平4-393152号公報

##### 【特許文献2】

特開平10-9074号公報

##### 【特許文献3】

特開平11-132124号公報

#### 【0009】

##### 【発明が解決しようとする課題】

特許文献2に示されているような燃料供給系では、可変速器のない従来の駆動方式に比べて、燃料圧力が所定値に到達するまでの時間を短縮することは図れる

が、内燃機関のスタータスイッチと連動して高圧燃料ポンプの回転を増速させるために、クランキング時における要求燃料圧力が、例えば、10 MPa 以上のよう非常に高圧の場合、スタータスイッチ・オンから最初の燃料噴射までの燃料圧力を短時間に目標値まで昇圧することは困難である。また、可変速器を含めた高圧燃料ポンプの構成は、複雑で、コストの高くなるという課題がある。

#### 【0010】

特許文献3に示されているような燃料供給系では、クランキング時の燃料圧力は十分に要求値に達成させることは可能であると考えられるが、機関始動に先立った運転者の動作によって発生する力には制限があるため、燃料圧力を要求値に保つ時間制限があり、完爆以降の持続運転領域では、HC排出の要因である燃焼室壁面の液膜付着燃料を抑制することは困難である。

#### 【0011】

本発明は、このような従来の問題点に着目してなされたものであって、その目的とするところは、内燃機関のクランキングから完爆後の持続運転までの運転範囲において、所要の高い燃料圧力での燃料噴射を実現でき、HC排出量の増加によるエミッション性能の悪化を回避できる筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置および制御方法を提供することにある。

#### 【0012】

##### 【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するために、本発明による筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置は、高圧燃料ポンプを備え、該高圧燃料ポンプによって昇圧された燃料をインジェクタから機関燃焼室内に直接噴射する筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置において、前記高圧燃料ポンプと駆動連結された補助動力手段を有し、前記内燃機関の始動時には前記補助動力手段によって前記高圧燃料ポンプの駆動あるいは駆動トルクのアシストを行う。

#### 【0013】

このように、本発明による筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置によれば、内燃機関の始動時には補助動力手段によって高圧燃料ポンプの駆動、あるいは駆動トルクのアシストをすることにより、内燃機関のクランキング時から完爆後の持続

運転までの運転範囲を所定の燃料圧力（高圧）に保つことが可能となり、燃料噴霧の気化促進による燃焼室壁面への液膜付着燃料抑制の効果によって始動時に内燃機関から排出されるHCを大幅に低減できる。

#### 【0014】

本発明による筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置は、好ましくは、前記補助動力手段が電動モータにより構成されている。補助動力手段が電動モータの場合、これを内燃機関のカムシャフトにより回転駆動し、高圧燃料ポンプの補助動力手段である電動モータをモータジェネレータとして使用することもできる。

#### 【0015】

本発明による筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置は、好ましくは、前記カムシャフトと前記高圧燃料ポンプとがワンウェイクラッチによって接続されており、カムシャフトが回転していない機関停止状態時にも、補助動力手段によって高圧燃料ポンプを駆動できる。

#### 【0016】

本発明による筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置は、前記高圧燃料ポンプのポンプ回転軸と前記補助動力手段の出力軸とが動力伝動機構によって駆動連結、あるいは前記補助動力手段と前記高圧燃料ポンプとの間に、該両者の接続、切り離しを行うクラッチ手段を有する構造にすることがことできる。これにより、補助動力手段によって高圧燃料ポンプを駆動していない状態時には、補助動力手段を高圧燃料ポンプより切り離し、補助動力手段の耐久性を確保することができる。

#### 【0017】

本発明による筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置は、更に、前記内燃機関の始動完了を判定する始動完了判定手段を有し、前記内燃機関の始動時には前記始動完了判定手段によって内燃機関の始動完了が判定されるまで前記クラッチ手段によって前記補助動力手段と前記高圧燃料ポンプとを接続し、前記補助動力手段を運転して当該補助動力手段によって前記高圧燃料ポンプを駆動し、前記始動完了判定手段により始動完了と判定されれば、前記クラッチ手段によって前記補助動力手段と前記高圧燃料ポンプとを切り離し、前記補助動力手段の運転を停止する。これにより、内燃機関の始動完了により、補助動力手段による高圧燃料ポンプ

の駆動が停止し、無駄な電力（エネルギー）を消費することなく効率よく課題をクリアできる。

#### 【0018】

内燃機関を一時的に停止した場合、内燃機関や機関排気系の触媒を含めた装置全体が活性化状態に保たれているため、機関再始動の際には、燃焼室内の壁面温度が高く液膜付着燃料が低減し、機関から排出されるHCが抑制されることに加えて、排出されたHCは排気管の途中に配置された触媒によって十分に浄化されて車両から排出される。したがって、内燃機関の始動完了は、触媒温度、すなわち触媒の活性化状態や、内燃機関の冷却水温度、油温）によって判定するのが望ましい。

#### 【0019】

したがって、前記始動判定手段は、好ましくは、機関冷却水温度、油温あるいは機関排気系の触媒温度に基づいて前記内燃機関の始動判定を行うものであり、前記始動判定手段が始動完了と判定する温度より高い状態で前記内燃機関を始動する場合には、前記補助動力手段を利用せず、前記内燃機関の始動直後から前記高圧燃料ポンプを前記カムシャフトで駆動する。これにより無駄な電力を消費することなく効率よく課題をクリアできる。

#### 【0020】

また、本発明による筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置は、前記内燃機関の暖機状態を検出する暖機状態検出手段を有し、前記暖機状態検出手段により検出される前記内燃機関の暖機状態が所定の暖機状態に達していない冷間時に限って前記補助動力手段を用いて高圧燃料ポンプの駆動あるいは駆動トルクのアシストを行う。これにより無駄な電力を消費することなく効率よく課題をクリアできる。

#### 【0021】

本発明による筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置は、前記内燃機関のスタータスイッチがオンすることにより、あるいは前記内燃機関のイグニッションスイッチがオンすることにより、前記補助動力手段が始動する。これにより、補助動力手段の始動タイミングをスタータスイッチ・オン時あるいはイグニッションスイッチ・オン時の何れかに設定でき、特に、イグニッションスイッチ・オンにより

補助動力手段が始動する場合、その後のスタータスイッチ・オンによる内燃機関のクランキング時には燃料圧力を十分に高めておくことができる。

#### 【0022】

また、本発明による筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置は、運転者が前記内燃機関を始動させるまでに行う動作を検出するセンサを備え、前記センサからの検出信号に基づき前記内燃機関の始動に先立って前記補助動力手段により前記高圧燃料ポンプを駆動する。

#### 【0023】

この発明による筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置によれば、内燃機関のクランキングから完爆に到るまでの時間の制約に捕われることなくクランキング時には確実に燃料圧力を所定値に到達させることができる。これにより、ユーザの要求として、内燃機関のクランキングから完爆に到るまでの時間に制約があるから、内燃機関の始動時には所定値まで燃料圧力を昇圧することとクランキングから完爆に到るまでの時間に対する要求を両立することができる。

#### 【0024】

前記内燃機関が自動車等の車両用のものである場合、運転者の動作を検出する前記センサは、車両のドアロック解除を検出するドアロック解除センサ、車両のドアの開閉を検出するドア開閉センサ、運転者が車両の運転席に着座したことを検出する着座センサの何れかで、簡便に構成することができる。

#### 【0025】

また、運転者の動作を検知する前記センサの検出信号が入力されてから、所定時間が経過しても前記内燃機関のスタータスイッチがオンにならない場合には、前記補助動力手段により高圧燃料ポンプを駆動を停止する。これにより、内燃機関の始動に先立って高圧燃料ポンプを始動しものの、結果的に運転者が内燃機関を始動しなかった場合には、自動的に高圧燃料ポンプは停止されることになる。

#### 【0026】

更には、運転者の動作を検知する前記センサの検出信号が入力されてから、所定時間が経過した後に、前記スタータスイッチがオンになった場合には、前記カムシャフトによって前記高圧燃料ポンプを駆動すると共に、前記補助動力手段に

よっても前記高圧燃料ポンプを駆動する。このように、内燃機関と補助動力手段によって高圧燃料ポンプを駆動することにより、燃料圧力を短時間に昇圧させることができ、クランキングまでには、料圧力をより確実に目標値に到達させることができる。

#### 【0027】

更に、前記スタートスイッチのオン後の前記補助動力手段による前記高圧燃料ポンプの駆動は、前記内燃機関の暖機状態が所定の暖機状態に達していない冷間時に限って行い、前記内燃機関の暖機状態が所定の暖機状態に達した時点で、前記補助動力手段による前記高圧燃料ポンプの駆動を停止する。これにより無駄な電力を消費することなく効率よく課題をクリアできる。

#### 【0028】

また、本発明による筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置は、従来のものと同様に、燃料タンクから燃料を汲み上げる低圧燃料ポンプを有し、前記高圧燃料ポンプは前記低圧燃料ポンプより燃料タンクから汲み上げられた燃料を与えられる。

#### 【0029】

また、上述の目的を達成するために、本発明による筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置は、筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置は、燃料タンクから燃料を汲み上げる低圧燃料ポンプと、前記低圧燃料ポンプより燃料を与えられ、前記低圧燃料ポンプよりの燃料を昇圧してインジェクタへ供給する高圧燃料ポンプとを備え、当該高圧燃料ポンプによって昇圧された燃料をインジェクタから機関燃焼室内に直接噴射する筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置において、前記高圧燃料ポンプが電動モータにより駆動される電動ポンプである。

#### 【0030】

本発明による筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置によれば、高圧燃料ポンプの駆動が内燃機関の全運転域に亘って電動ポンプにより行われ、電動ポンプの運転制御だけで、燃料圧力制御を高い自由度をもって最適に行うことができる。

#### 【0031】

また、上述の目的を達成するために、本発明による筒内噴射式内燃機関の燃料供給方法は、内燃機関の給排気弁駆動用のカムシャフトによって駆動される高圧

燃料ポンプを備え、当該高圧燃料ポンプによって昇圧された燃料をインジェクタから機関燃焼室内に直接噴射する筒内噴射式内燃機関の燃料供給方法において、前記高圧燃料ポンプを前記カムシャフトとは別に補助動力手段と駆動連結し、前記内燃機関の始動時には前記補助動力手段によって高圧燃料ポンプの駆動あるいは駆動トルクのアシストを行う。

#### 【0032】

この発明による筒内噴射式内燃機関の燃料供給方法によれば、内燃機関の始動時には補助動力手段によって高圧燃料ポンプの駆動、あるいは駆動トルクのアシストをすることにより、内燃機関のクランキング時から完爆後の持続運転までの運転範囲を所定の燃料圧力（高圧）に保つことが可能となり、燃料噴霧の気化促進による燃焼室壁面への液膜付着燃料抑制の効果によって始動時に内燃機関から排出されるHCを大幅に低減できる。

#### 【0033】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について図面に基づき説明する。

図1は本発明の実施形態1における筒内噴射式内燃機関の装置全体構成の概略を示す。

#### 【0034】

内燃機関1は、図示されていない燃焼室に燃料（ガソリン燃料）を直接噴射するインジェクタ2を各気筒毎に有している。本実施形態では、4気筒内燃機関であるので、インジェクタ2は4個設けられている。

#### 【0035】

内燃機関1は、ダブルオーバヘッドカムシャフト（DOHC）型の火花点火機関であり、クランク軸1Aによって回転駆動されて図示されていない吸気弁、排気弁を開閉する吸気カムシャフト5と排気カムシャフト6を有する。また、内燃機関1には、機関始動、すなわち、クランキングを行うスタータ9が取り付けられている。

内燃機関1は、インジェクタ2に燃料を供給する燃料供給装置として、低圧燃料ポンプ7と、高圧燃料ポンプ3が設けられている。

## 【0036】

低圧燃料ポンプ7は、燃料噴射式内燃機関の燃料供給系で使用される電動式燃料ポンプと同じものであり、燃料タンク8より燃料を汲み上げる。高圧燃料ポンプ3は、低圧燃料ポンプ7によって燃料タンク8より汲み上げられた燃料の圧力を昇圧し、燃料デリバリパイプ等による高圧燃料配管10を介してインジェクタ2に高圧燃料を供給する。

高圧燃料配管10の途中にはインジェクタ2に供給する高圧燃料の燃料圧力を監視する燃料圧力センサ11が設けられている。

## 【0037】

内燃機関全体を制御する電子制御装置（ECU）20は、マイクロコンピュータ式のものであり、運転者のキー操作によって開閉される内燃機関1のイグニッションスイッチ21の開閉に応じてバッテリー22から電力を供給される。

## 【0038】

機関始動時には、運転者のキー操作によって内燃機関1のスタータスイッチ23が閉じられることにより、スタータ9が駆動される。このスタータ9の駆動によって内燃機関1のクランク軸1Aが回転することで、内燃機関1に取り付けられたクランク角センサ24の検出信号に基づいてECU20から燃料噴射パルス信号が出力される。この信号は、昇圧回路（DU）25によってインジェクタ2の動作に必要な電圧レベルに昇圧され、インジェクタ2に入力される。

## 【0039】

排気カムシャフト6の一端部にはワンウェイクラッチ12を介し高圧燃料ポンプ3が連結されている。高圧燃料ポンプ3には電磁クラッチ13を介して補助動力手段である高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ4が駆動連結されている。電磁クラッチ13は、電動モータ4と高圧燃料ポンプ3との間に設けられ、締結、開放により、電動モータ4と高圧燃料ポンプ3の接続、切り離しを行う。

## 【0040】

なお、本実施形態では、高圧燃料ポンプ3は排気カムシャフト6側に設けられているが、吸気カムシャフト5に可変機構の装備など支障がない限り、高圧燃料ポンプ3を吸気カムシャフト5側に配置しても問題はない。



つぎに、本発明の実施形態 1 における高圧燃料ポンプ 3 の始動時動作例 (1)、(2) を図 2 (a)、(b) を参照して説明する。

#### 【0041】

##### 始動時動作例 (1)

内燃機関 1 のイグニッションスイッチ 2 1 のオンにより、内燃機関 1 のクランクキングに先立って、低圧燃料ポンプ 7 を始動すると共に、図 2 (a) に示されているように、電磁クラッチ 1 3 を締結して高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 と高圧燃料ポンプ 3 とを接続し、電動モータ 4 によって高圧燃料ポンプ 3 を駆動する。

#### 【0042】

排気カムシャフト 6 と高圧燃料ポンプ 3 の間にはワンウェイクラッチ 1 2 が配置されているから、クランクキング前で、内燃機関 1 が停止していて、排気カムシャフト 6 が回転できない状態にあっても、高圧燃料ポンプ 3 は高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 の動力によって駆動される。この高圧燃料ポンプ 3 の駆動によって高圧燃料配管 1 0 およびインジェクタ 2 に高圧の燃料を供給することができる。

#### 【0043】

##### 始動時動作例 (2)

内燃機関 1 のスタータスイッチ 2 3 に連動したスタータ 9 の始動、低圧燃料ポンプ 7 の始動と共に、電磁クラッチ 1 3 を締結して高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 を始動する。この場合には、図 2 (b) に示されているように、排気カムシャフト 6 からの回転動力による高圧燃料ポンプ 3 の駆動に加えて、高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 からの動力によって高圧燃料ポンプ 3 の駆動がトルクアシストされる。

#### 【0044】

これにより、従来のカムシャフトのみによる駆動の場合に比べて、大きな動力を高圧燃料ポンプ 3 に発生させることが可能となり、短時間で急速に燃料圧力を昇圧させることができる。

#### 【0045】

ECU20は、クランキング開始後、所定時間が経過したことを計時する内蔵タイマ20A、あるいは、始動完了判定部20Bを備えている。始動判定部20Bは、たとえば、水温センサ26、油温センサ27、排気系の触媒温度センサ28により検出される機関冷却水温度、機関油温度、触媒温度に基づいて内燃機関1の始動完了を判定する。また、これらの温度センサは、内燃機関1の暖機状態を検出する暖機状態検出手段としても機能する。

#### 【0046】

ECU20は、始動時動作例(1)、(2)の何れの場合も、内蔵タイマ20Aによる時間計測によってクランキング開始後、所定時間が経過、あるいは、始動完了判定部20Bにより始動完了と判定された場合には、図3に示されているように、高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ4の運転を停止すると共に電磁クラッチ13を開放して電動モータ4と高圧燃料ポンプ3とを切り離し、高圧燃料ポンプ3の駆動を排気カムシャフト6に切り換える。

これにより、高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ4の小型化や耐久性を確保することができる。

#### 【0047】

また、始動完了判定部20Bが始動完了と判定する温度より高い状態で内燃機関1を始動する場合には、補助動力手段である電動モータ4を利用せず、内燃機関1の始動直後から高圧燃料ポンプ3を排気カムシャフト6によって駆動する。これにより、無駄な電力を消費することがなくなる。

#### 【0048】

図4は、本発明の実施形態2における筒内噴射式内燃機関の装置全体構成の概略を示す。なお、図4において、図1に対応する部分は、図1に付した符号と同一の符号を付けて、その説明を省略する。

#### 【0049】

実施形態2では、低圧燃料ポンプ7および高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ4を、運転者が自動車等の車輛の内燃機関1を始動させるまでに行う動作を感知するセンサ30の検出信号に連動して始動する。

#### 【0050】

機関始動前の運転者の動作とは、例えば、自動車のドアロック解除、ドアの開閉あるいはシートへの着座などであり、その他、運転者が始動前に必ず行う動作であれば、特に制約はない。これらの動作を感知するセンサ（ドアロック解除センサ 31、ドア開閉センサ 32、着座センサ 33 等）の検出信号によって、センサスイッチ 34 がオンとなることで、低圧燃料ポンプ 7 および高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4、すなわち高圧燃料ポンプ 3 は始動する。

#### 【0051】

これにより、従来のイグニッションスイッチ連動方式で問題であった燃料圧力の目標到達時間の制限はなくなり、内燃機関 1 の始動時には、確実に燃料圧力を目標値に到達させることができる。

#### 【0052】

したがって、高い燃料圧力の状態でインジェクタ 2 から燃料を噴射することが可能となり、燃料噴霧の微粒化による燃料気化促進の効果によって、課題の冷機始動時における H C 排出の主要因である燃焼室壁面への液膜付着燃料量を抑制することができる。

#### 【0053】

実際には、内燃機関 1 から排出される H C は、排気管の途中に配置された触媒の活性化状況や機関の燃焼室壁面温度によって大きく影響を受ける。すなわち、内燃機関 1 が一旦停止してから短時間で再始動する場合で、触媒が活性化状態に保持されていると判断される時や、燃焼室壁面が所定温度以上の時においては、従来通り始動時からカムシャフトによって高圧燃料ポンプ 3 を駆動しても問題はないと考えられる。

#### 【0054】

高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 の耐久性や劣化を考慮すると、このように機関の暖機状態によって始動方法を選択するのが望ましい。触媒の活性化状況や機関の燃焼室壁面温度は、例えば、熱電対等によって触媒温度を直接検出してもよいし、あるいは機関冷却水の温度、油温によっても推定することができる。

つぎに、機関始動前の運転者の動作がドアロック解除の場合を例として、具体的な制御手順を、図 5 のフローチャートを用いて説明する。

**【0055】**

まず、運転者による自動車のドア開錠をドアロック解除センサ 31 で検出し、センサスイッチ 34 をオンにする（ステップ S 1）。センサスイッチ 34 のオンにより低圧燃料ポンプを始動する（ステップ S 2）。

**【0056】**

つぎに、その時（ドア開錠時）の水溫（機関冷却水温度）が所定値以上であるか否かを判定する（ステップ S 3）。水溫センサ 27 によって検出される水溫が所定値以上であれば（ステップ S 3 肯定）、触媒温度および機関の燃焼室壁面温度が所定温度（暖機完了温度）に保持されていると判断し、水溫が所定値以下にならない限りスタータスイッチ 23 のオンを監視する（ステップ S 4）。そして、スタータスイッチ 23 のオンがすれば、始動から、電動モータ 4 によらずに、排気カムシャフト 6 によって高圧燃料ポンプ 3 を駆動する（ステップ S 5）。

**【0057】**

これに対し、水溫が所定値以上でないと判断された場合には（ステップ S 3 否定）、高圧燃料ポンプ 3 と高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 との間に配置した電磁クラッチ 13 を締結し（ステップ S 6）、同時に高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 を始動する（ステップ S 7）。これにより、高圧燃料ポンプ 3 が電動モータ 4 によって駆動される。そして、高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 の始動直後から経過時間のカウントを開始する（ステップ S 8）。

**【0058】**

以後、スタータスイッチ 23 がオフであれば、高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ始動時からの経過時間を継続してカウントする（ステップ S 8）。高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ始動時から所定の経過時間内にスタータスイッチがオンなった場合には（ステップ S 9 否定）、内燃機関 1 の始動と同時に燃料噴射を開始し（ステップ S 11）、クランキングから完爆へと導く。

**【0059】**

これに対し、高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ始動から所定の経過時間までの間にスタータスイッチ 23 がオンされなかった場合には、高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 を停止し、電磁クラッチ 13 を開放する（ステップ S 12）。その

後、ドアが施錠されない場合には（ステップS 13 否定）、スタータスイッチ 23 の監視する（ステップS 14）。

#### 【0060】

スタータスイッチ 23 がオンされると（ステップS 14 肯定）、即座に電磁クラッチ 13 を締結し（ステップS 15）、排気カムシャフト 6 による高圧燃料ポンプ 3 の駆動に加えて、高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 を始動し、高圧燃料ポンプ 3 の駆動をトルクアシストする（ステップS 16）。

#### 【0061】

スタータスイッチ 23 がオフである間は（ステップS 14 否定）、ドアが施錠されるまでステップS 13～ステップS 14 を繰り返す。スタータスイッチ 23 がオンされず、ドアが施錠されると（ステップS 13 肯定）、これと同時に低圧燃料ポンプ 7 の駆動を停止し（ステップS 17）、終了する。なお、ステップS 13 の判定については、その他の運転者の動作であっても特に問題はない。

#### 【0062】

つぎに、高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 を用いて高圧燃料ポンプ 3 を駆動して内燃機関 1 を始動した場合において、高圧燃料ポンプ 3 の動力源を電動モータ 4 から排気カムシャフト 6 へ切り換える制御について説明する。

#### 【0063】

図 5 の A（ステップS 11 の後行程）で機関が始動した場合には、機関冷却水温度に応じて高圧燃料ポンプ 3 の駆動、あるいはトルクアシストをしている高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 の運転を停止（電断）し、高圧燃料ポンプ 3 の駆動を排気カムシャフト 6 のみに切り換える。

#### 【0064】

図 6 は、この高圧燃料ポンプ 3 の動力源切換時のフローチャートを示す。

水温センサ 27 によって検出される水温が所定値以上でない場合には（ステップS 20 否定）は、高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 による高圧燃料ポンプ 3 の駆動を継続する（ステップS 21）。水温が上昇し、水温が所定値以上となった場合には（ステップS 20 肯定）、高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 の運転を停止し（ステップS 22）、高圧燃料ポンプ 3 の駆動を排気カムシャフト 6 に

よる駆動に切り換える。その後、高圧燃料ポンプ3と高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ4とを連結している電磁クラッチ13を開放する（ステップS23）。これにより、高圧燃料ポンプ3の動力源の切換が完了する。

#### 【0065】

図7は、機関始動時の水温が所定値以下である場合の機関始動後の各スイッチの開閉と機関状態およびアクチュエータ動作の経過履歴を示すタイムチャートである。

#### 【0066】

時点T1で、ドアロックが解除されたことがドアロック解除センサ31によって検出されると、センサスイッチ34がオンされ、センサスイッチ34のオンに同期して低圧燃料ポンプ7始動すると共に電磁クラッチ13が締結される。そして、高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ4が始動する。

#### 【0067】

通常、運転者が駐車中の自動車のドアを開錠してから車内のスタートスイッチ23をオン（時点T3）するまでには最低5秒程度は必要と考え、高圧燃料ポンプ3をドア開錠と同時に電動モータ4によって駆動してからスタートスイッチ23がオンされるまでの間に、例えば、時点T2でインジェクタ2に供給する燃料の圧力を目標燃圧に到達させることが充分可能である。

#### 【0068】

内燃機関1は、時点T3で、スタートスイッチ23のオンによってスタータ9が駆動されることにより、始動、すなわち、クランキングされる。そして、内燃機関1は、完爆、さらにはアイドルリング状態へと移行する。

#### 【0069】

機関燃焼によって時間が経過すると共に内燃機関1の冷却水温度が上昇し、時点T4で、水温が所定の温度に到達すると、高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ4の運転を停止し、高圧燃料ポンプ3と高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ4とを連結する電磁クラッチ13を開放する。したがって、この動作以降の高圧燃料ポンプ3の駆動は排気カムシャフト6の回転によるのみとなる。

#### 【0070】

図 8 は、本発明の実施形態 3 における筒内噴射式内燃機関の装置全体構成の概略を示す。なお、図 8 において、図 1、図 4 に対応する部分は、図 1、図 4 に付した符号と同一の符号を付けて、その説明を省略する。

#### 【0071】

本実施形態では、高圧燃料ポンプ 3 のポンプ回転軸 3 A と高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 の出力軸 4 A とが駆動ベルト 1 4 によって連結され、高圧燃料ポンプ 3 と高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 とが排気カムシャフト 6 にワンウェイクラッチ 1 2 を介して互いに並列の関係で接続されている。

#### 【0072】

実施形態 1、2 の場合には、高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 を停止する際に電磁クラッチ 1 3 を開放するため、内燃機関 1 の動力は、電動モータ 4 側には伝達されない。

#### 【0073】

しかしながら、高圧燃料ポンプ 3 と高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 を駆動ベルト 1 4 で連結する実施形態 3 においては、図 9 (a) に示されているように、冷機始動時には、高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 によって高圧燃料ポンプ 3 を駆動する。そして、実施形態 1、2 と同様に、例えば、水温が所定値に到達すると、高圧燃料ポンプ 3 の動力源を排気カムシャフト 6 に切り換える。この状態下では、図 9 (b) に示されているように、内燃機関 1 からの動力がワンウェイクラッチ 1 2 を介して高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 に伝達される。

#### 【0074】

これにより、高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ 4 をモータジェネレータとして動作させることができ、機関始動時以外は、エネルギーを回生してバッテリー 2 2 に充電しておき、この回生エネルギーを補機類の駆動に利用することが可能である。なお、この実施形態でも、機関始動時の基本的な制御は図 5 ～図 7 に示されている実施形態 2 のものと同様である。

#### 【0075】

なお、実施形態 1 ～ 3 において、高圧燃料ポンプ 3 の補助動力手段を電動モータ 4 とすることは一例であり、それ以外にも、例えば、圧縮空気等を利用する空

気圧モータ等の補助動力手段によって高圧燃料ポンプを駆動することもできる。

#### 【0076】

図10は、本発明の実施形態4における筒内噴射式内燃機関の装置全体構成の概略を示す。なお、図10においても、図1、図4に対応する部分は、図1、図4に付した符号と同一の符号を付けて、その説明を省略する。

#### 【0077】

実施形態4では、高圧燃料ポンプ3を、カムシャフトによらずに、電動モータ4によって完全に独立駆動する。したがって、この実施形態では、高圧燃料ポンプ3は、全運転領域において、高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ4によって駆動されることになる。

#### 【0078】

このような構成にすることにより、高圧燃料ポンプ3を全く自由に始動することができ、内燃機関1の始動クランキングまでに燃料圧力を目標値に到達させることが可能である。

#### 【0079】

しかしながら、この構成においては、内燃機関1が回転している間、常に高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ4を駆動することになり、そのため非常に大きな電動モータ4が必要となる。その課題をクリアできれば、燃料圧力制御の自由度を考えると、この構成が最も望ましいと考えられる。

#### 【0080】

#### 【発明の効果】

以上の説明から理解される如く、この発明による筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置および方法によれば、内燃機関の始動時には、電動モータ等による補助動力手段によって高圧燃料ポンプの駆動、あるいは駆動トルクのアシストが行われるから、内燃機関のクランキング時から完爆後の持続運転までの運転範囲を所定の燃料圧力に保つことが可能となり、燃料噴霧の気化促進による燃焼室壁面への液膜付着燃料抑制の効果によって始動時に内燃機関から排出されるHCを大幅に低減できる。

#### 【図面の簡単な説明】



**【図 1】**

本発明の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置の実施形態 1 における筒内噴射式内燃機関の装置全体の構成図。

**【図 2】**

(a)、(b) は、図 1 のにおける筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置の高圧燃料ポンプの始動時の動作説明図。

**【図 3】**

図 2 の高圧燃料ポンプの駆動源切換後の動作説明図。

**【図 4】**

本発明の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置の実施形態 2 における筒内噴射式内燃機関の装置全体の構成図。

**【図 5】**

図 4 の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置における機関始動するまでのフローチャート。

**【図 6】**

図 4 の高圧燃料ポンプの動力源切換時のフローチャート。

**【図 7】**

図 4 の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置の機関始動後の各スイッチの開閉と機関状態およびアクチュエータ動作の経過履歴を示すタイムチャート。

**【図 8】**

本発明の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置の実施形態 3 における筒内噴射式内燃機関の装置全体の構成図。

**【図 9】**

(a)、(b) は図 8 の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置の実施形態 3 における高圧燃料ポンプの始動時および駆動源切換後の動作説明図。

**【図 10】**

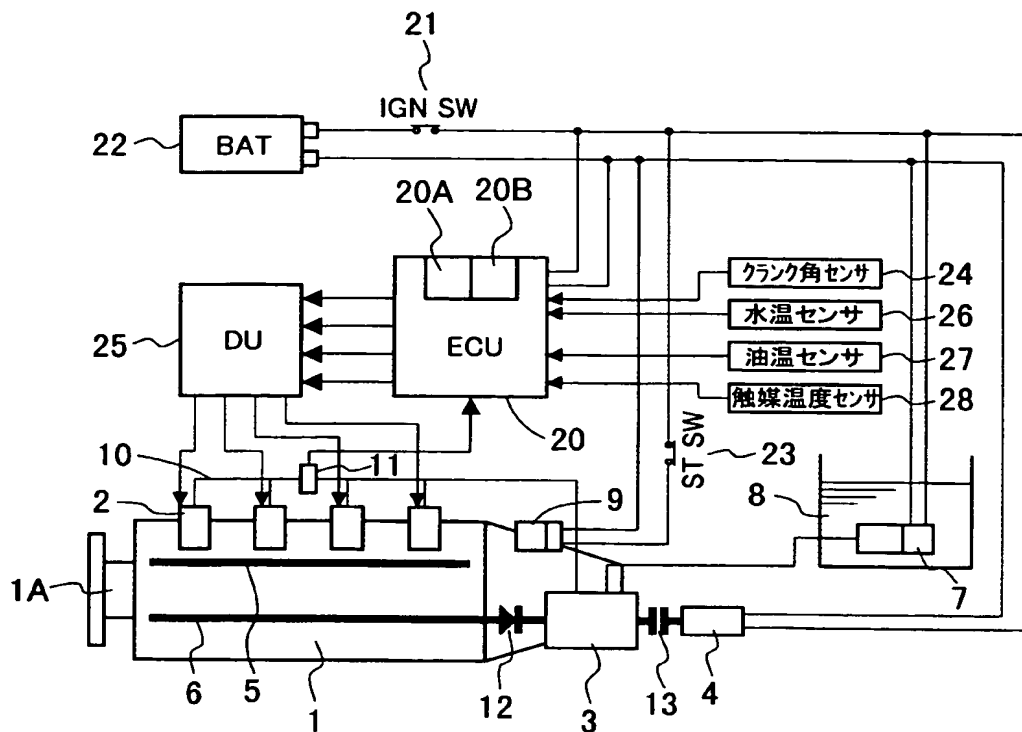
本発明の筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置の実施形態 4 における筒内噴射式内燃機関の装置全体の構成図。

**【符号の説明】**

- 1 内燃機関
- 2 インジェクタ
- 3 高圧燃料ポンプ
- 4 高圧燃料ポンプ駆動用電動モータ
- 5 吸気カムシャフト
- 6 排気カムシャフト
- 7 低圧燃料ポンプ
- 8 燃料タンク
- 9 スタータ
- 10 高圧燃料配管
- 11 燃料圧力センサ
- 12 ワンウェイクラッチ
- 13 電磁クラッチ
- 14 駆動ベルト
- 20 電子制御装置 (ECU)
- 21 イグニッションスイッチ
- 23 スタータスイッチ
- 30 運転者が始動前に行う動作を感知するセンサ

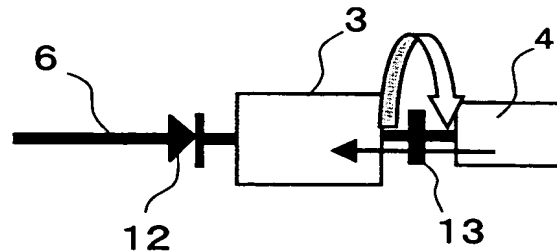
【書類名】 図面

【図 1】

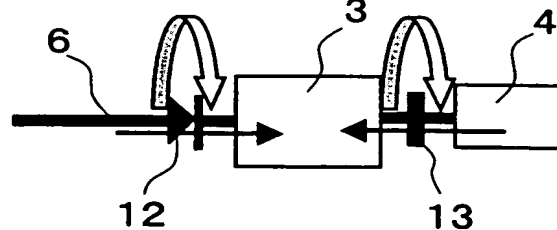


【図 2】

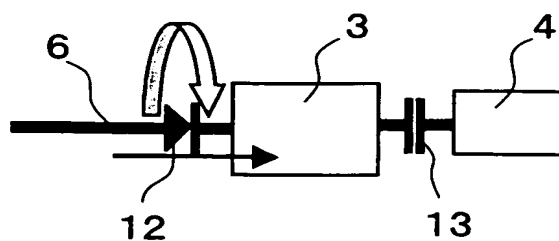
(a)



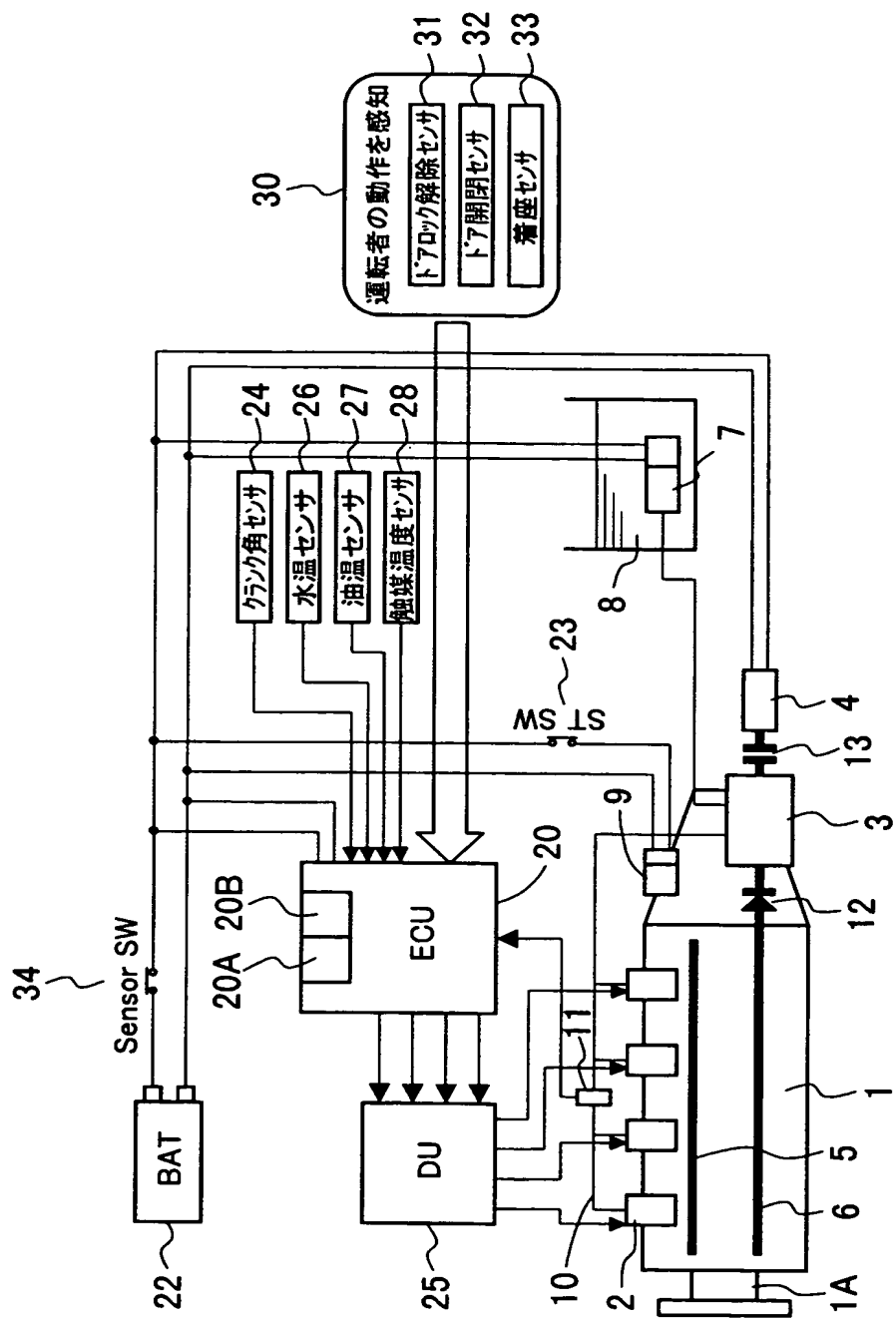
(b)



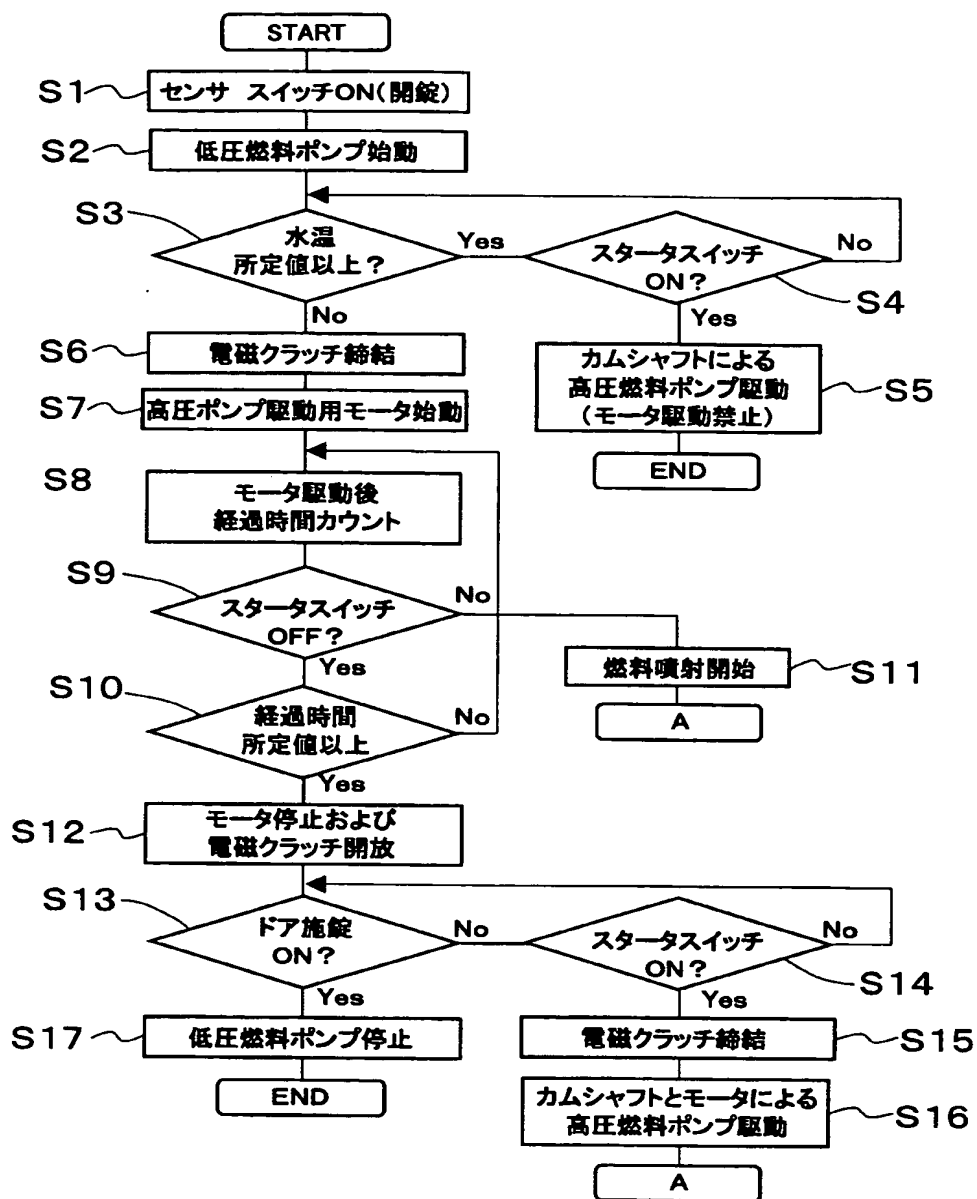
【図 3】



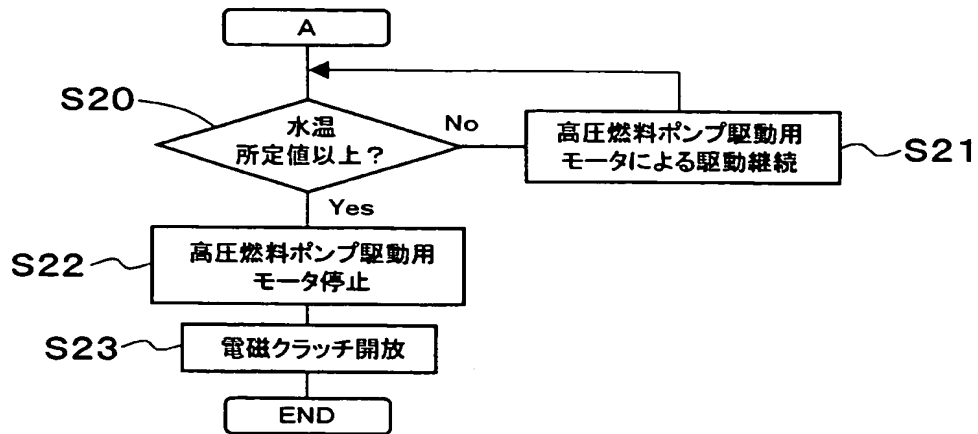
【図 4】



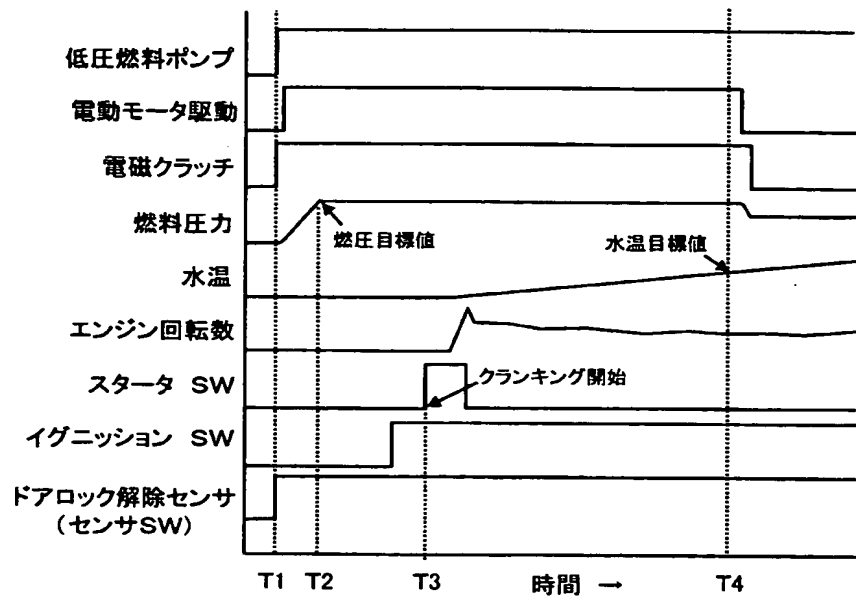
【図5】



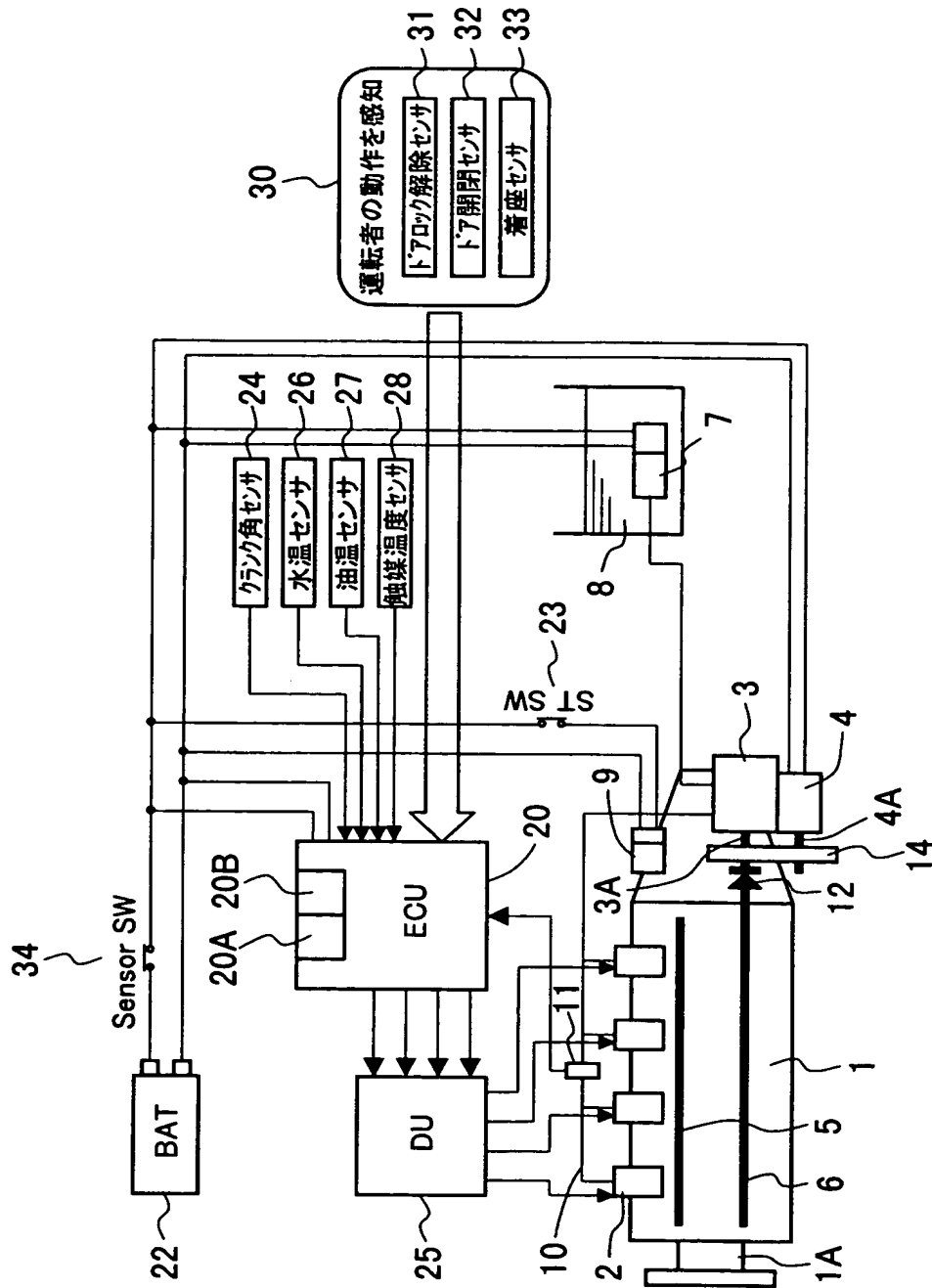
【図 6】



【図 7】



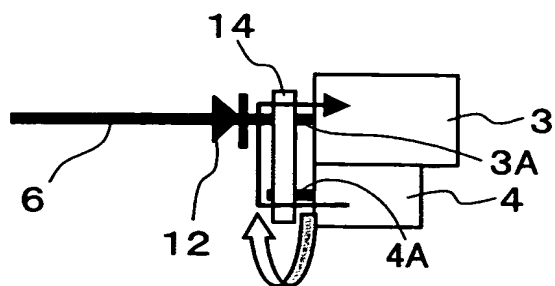
【図 8】



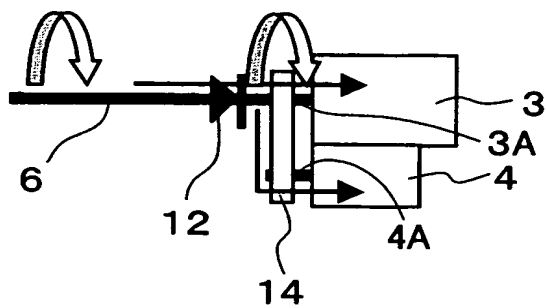


【図 9】

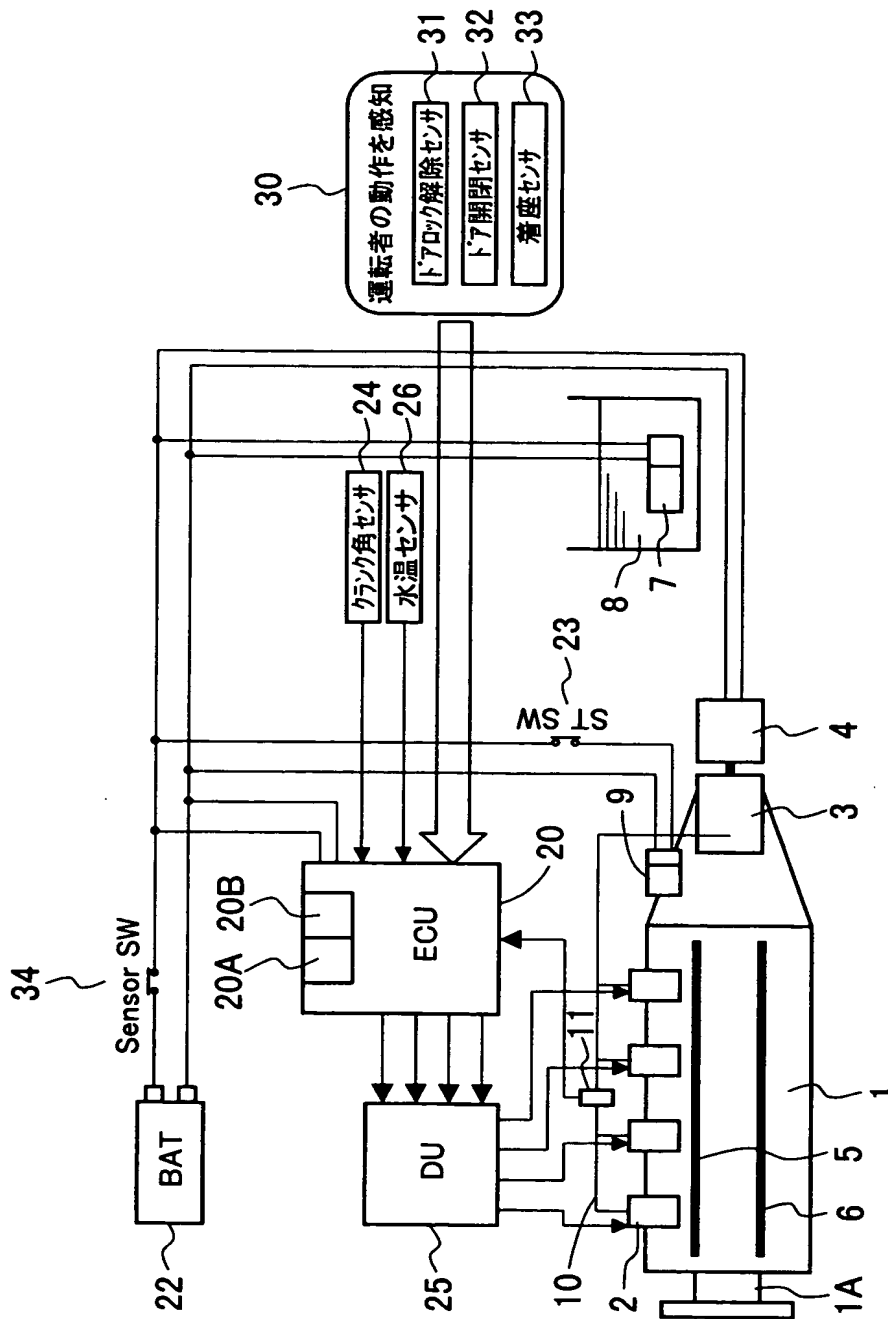
(a)



(b)



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 クランキングから完爆後の持続運転までの運転範囲において、所要の高い燃料圧力での燃料噴射を行う。

【解決手段】 高圧燃料ポンプ 3 を備え、該高圧燃料ポンプ 3 によって昇圧された燃料をインジェクタ 2 から機関燃焼室内に直接噴射する筒内噴射式内燃機関の燃料供給装置において、高圧燃料ポンプ 3 を補助駆動する電動モータ 4 を設け、機関始動時には電動モータ 4 によって高圧燃料ポンプ 3 の駆動あるいは駆動トルクのアシストを行う。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 1 5 6 6 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 5 1 0 8 ]

|          |                        |
|----------|------------------------|
| 1. 変更年月日 | 1 9 9 0 年 8 月 3 1 日    |
| [変更理由]   | 新規登録                   |
| 住 所      | 東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地 |
| 氏 名      | 株式会社日立製作所              |